塑膠菇舍粗緣癭蠅幼蟲之研究 [1]

林珪瑞　倪秋華[2]

臺灣洋菇自推廣示範，以至大面積栽培供加工製罐發展外銷，僅約二十年。由於洋菇產品以銷售國外爲主，故原料品質要求較爲嚴格，必須有優良成品，始能在國際市場，與其他生產洋菇國家競爭。臺灣菇罐過去在國際市場之銷售數量逐年增加，且有供不應求之趨勢。而目前因受其他生產洋菇國家栽培面積不斷提高，以及新興洋菇國家增產外銷之影響，故臺菇在國際市場已漸受威脅。因此不得不從提高單位面積產量加强研究，始能降低原料生產成本；並應就害蟲防治加强研究，以求達到提高原料洋菇之品質。

臺灣洋菇產品加工製罐外銷，除受原料品質之限制外，則以菇體含蟲數量影響最大，其中尤以癭蠅類之幼蟲潛入菇體中，在加工製罐過程中無法將其除去。目前除美國已實施進口臺菇嚴格之衛生檢驗(包括菇罐含蟲數量)外，加拿大亦已對進口臺灣菇罐實施衛生檢驗，尤以菇罐含蟲標準更爲嚴格。

塑膠菇舍栽培洋菇所用堆肥，均採用短期之前醱酵，然後在菇舍中以蒸氣加溫進行堆肥後醱酵，結果不但使氨氣轉變而消失，更適合於洋菇菌絲之發育。 在後醱酵時以高溫 (60°C) 保持頗長時間處理菇舍及堆肥，使菇舍中及堆肥中之有害雜菌受到抑制，亦能將潛伏或生活在堆肥中及菇舍內之害蟲致死。堆肥在高溫消毒後，降溫並培養堆肥中之有益微生物。可見堆肥經後醱酵後，不但品質改善，氨氣消失，其中微生物亦受溫度不同之處理而由複雜不利，變爲較單純有益，適合於洋菇菌絲之生長。由於塑膠菇舍種種措施，已有顯著提高單位面積之產量及品質。但以臺灣洋菇均係外銷，不得不求符合國際標準，更應就害蟲加以充分瞭解，始能減少菇體含蟲數量。

爲害洋菇之癭蠅 (1,2,3,32) 在臺灣雖已發現有三種 ， 即粗緣癭蠅 (*Heteropeza pygmaea* Winnertz) ，直脈癭蠅 (*Henria* sp.) 及菇癭蠅 (*Mycophila speyeri* (Barnes)) 。前兩者幼蟲大部分潛入菇體內部 (84～99%) ，尤以粗緣癭蠅在目前塑膠菇舍中普遍發生，其幼蟲發生時期，通常在菇床出菇後30～45天，即能在菇體中漸漸發現，因其在食料充足及適宜環境下均以幼體生殖(Paedogenesis)，繁殖極爲迅速，故在洋菇栽培中後期菇體含蟲數量，往往超過菇罐衛生檢驗標準。此與以往普通稻草菇舍中自菇床出菇初期，即能發現其幼蟲潛入菇體中顯然不同。雖塑膠菇舍栽培初期可減少洋菇原料之含蟲數量，但在栽培中後期之癭蠅爲害問題仍然存在。

爲害洋菇之癭蠅雖因種類不同，其生活習性頗爲相異 (1,2,3,6,11,13,15,16,21,22,24,30,32) ， 故在實際使用藥劑防治其幼蟲，並不能對所有爲害洋菇之癭蠅達到理想治蟲效果，或雖有效，但部份藥劑對洋菇產量頗有影響 (8,9,10,12,14,15,17,18,21,23,25,26,27,28,33) ，而致未能使用。粗緣癭蠅幼蟲即爲明顯之實例，其幼蟲行動頗爲活潑，幾乎全部能沿菇柄向上潛穿菌環棉絮組織而進入菇體內潛伏，故以過去在普通稻草菇舍防治菇癭頗爲理想之除蟲菊精 (4-40% Safrocide) 防治其幼蟲，尚難達到理想治蟲效果。

茲就59/60及60/61年期塑膠菇舍粗緣癭蠅幼蟲之生境因子觀察結果，及在室內試驗研究資料整理報告，俾供關心臺灣洋菇事業，外銷菇罐癭蠅問題防治之參考。

材　料　及　方　法

一　粗緣癭蠅幼蟲在各洋菇品系菌絲上之生殖

本文第一作者獲中正科學技術研究講座補助，研究經費承臺灣區洋菇試驗研究基金補助，謹此致謝。

1.試驗報告農試字第六四二號

2.臺灣省農業試驗所薦任技士、技術員

此項觀察，係就目前在本省推廣栽培之主要洋菇品系542,543,547,551及554與近年自英國及荷蘭新引進11個洋菇品系（編號爲 E1, E2, E3, E4, E5, E6, H1, H2, H3, H4及H5），共16個洋菇品系供作觀察材料。每次試驗觀察時以玉米抽出液培養基 Corn extract agar（玉米 200g，洋菜 20g, 水 1,000ml），在120°C 電熱高壓殺菌鍋中經殺菌半小時，再在試管中（18×1.8cm）作成斜面培養基，然後接種各洋菇品系菌絲，各組接種10支試管，放置 30°C 定溫箱中，俟洋菇菌絲長至培養基表面約1/2時，各試管分別接種小型幼蟲（體長約 1mm）1隻，每品系每次均接種10試管，供重複觀察。分別放置於地下洋菇栽培室，以求適合於洋菇栽培之溫度，及放置定溫箱中，然後逐日將各試管在雙眼實體顯微鏡（Binocular stereoscopic microscope）下，檢查小幼蟲至母幼蟲產生仔幼蟲所需時間，及母幼蟲行幼體生殖之數量，比較幼蟲以各洋菇品系菌絲爲食料時繁殖之差異，藉可明瞭洋菇品系之耐蟲性。以英國及荷蘭之洋菇品系作爲幼蟲食料觀察時，方法與上述相同，但以洋菇542及547品系參加觀察試驗，作爲對照組。

二　幼蟲在塑膠菇舍之生境因子調查

粗緣癭蠅幼蟲爲食菌性昆蟲，所嗜食菌類頗廣[1]，但其生殖均依食料菌株種類而有不同[11,24]。此項調查自堆肥後醱酵後開始，觀察在菇床堆肥中所產生之菌類及其發生過程與粗緣癭蠅幼蟲生長之關係。

三　幼蟲食性之觀察

粗緣癭蠅幼蟲爲食菌性昆蟲，食料菌類種類頗多[11,24]。目前塑膠菇舍堆肥經後醱酵後，在堆肥上產生大量放射菌（Actinomyces）及*Humicola*。經就放射菌中分離有2種（代號：A4及B4）及*Humicola* 菌中分離有3種（代號：HM1, F96及Hu）供作幼蟲食料之觀察材料。以玉米抽出液經高壓殺菌後在試管（18×1.8cm）作成斜面培養基，然後分別接種上述各菌供作食料，每次觀察每種菌各接 10試管，然後放置在 30°C 定溫箱，經2天後使菌絲長滿，取出各供試之試管，每管接入小幼蟲1隻，然後放置 30°C 定溫箱中培養，其後逐日將試管放在雙眼實體顯微鏡下，檢查幼蟲在各供試試管中之生活，以明瞭其食性。

此項觀察除以各菌株單獨飼養幼蟲外，並另進行在各種放射菌上加接洋菇（547）菌絲，供作幼蟲食料飼養。先在試管斜面培養基上接種放射菌，分爲重疊接種（on）及分開接種（s）之處理。重疊接種先在培養基上全面塗抹接種放射菌，放置30°C定溫箱中2天後，取出試管將洋菇菌絲接種於放射菌上，再放置於 30°C 定溫箱中培養，經10天洋菇開始生長後，每試管接入小幼蟲1隻，每次觀察10試管，然後每天於顯微鏡下檢查幼蟲之生活情形。分開接種之處理，僅在斜面培養基表面之一端塗抹接種放射菌，另一端接種洋菇菌絲，處理方法及幼蟲接入與重疊接種法相同。

另在放射菌上加 *Humicola* 菌飼養幼蟲，處理方法同上，僅在放射菌上再接種 *Humicola*菌，經2天後，每試管接入小幼蟲各1隻，觀察方法與上相同。

四　粗緣癭蠅幼蟲在塑膠菇舍之消長

此項調查係在嘉義梅林自營洋菇栽培場之四十棟塑膠菇舍中進行，於 59/60 年期洋菇栽培期間，每隔5天抽取新鮮洋菇樣品，以菇罐衛生檢驗方法進行檢查各樣品之菇體含有癭蠅幼蟲之數量。並在柳營旭振洋菇栽培場十棟塑膠菇舍抽取新鮮洋菇樣品，亦以菇罐衛生檢驗方法檢查菇體含有粗緣癭蠅幼蟲之數量，以明瞭其幼蟲在菇床中之增殖情形。

五　幼蟲耐溫性之試驗

粗緣癭蠅幼蟲耐溫試驗，分爲耐低溫及耐高溫：

耐低溫處理以玉米抽出液試管斜面培養基接種洋菇（554）菌絲，放置 30°C定溫箱中，俟菌絲發育生長後，接入體軀中型（1.5～2.0mm）或小型（0.9～1.2mm）之幼蟲1隻於試管中，每組中型及小型幼蟲各以10～20試管供作重複，然後放置於大同TR—604型冰箱中，定溫在 10°C經過15,25,40及60天後取出，在顯微鏡下檢查所接入幼蟲之成活情形。

耐高溫處理，先自以 *Trichoderma lignorum* 爲食料飼養之試管中，於顯微鏡下挑選體軀中

型（1.7～2.0mm）而活潑之幼蟲20隻，分兩組裝於兩個乾淨小指形管（4×1cm）中，然後以塑膠紙包棉花塞緊，並用石臘封口供耐溫處理，另一小指形管放置於室溫下。高溫處理時在水溫箱（Water bath）先行將水溫升高至試驗溫度，將盛裝幼蟲密封之小指形管裝入試管（18×1.8cm），投入水溫箱中之溫水內，水溫分 40°，45° 及 50°C，均經過處理 6 小時後，將管內幼蟲分別挑出接種在 *T. lignorum* 菌絲上。每試管接幼蟲 1 隻，同時並將放置室溫下之另一小指形管中之幼蟲亦分別接種在 *T. lignorum* 菌絲上作爲對照，並以紅筆圈記之，以便利鏡下檢查觀察其成活情形。

六　休眠幼蟲形成之觀察

此項觀察係以洋菇菌絲（542、543、547、551及554品系）分別接種在玉米抽出液斜面培養基上，放置室溫或30°C定溫箱中，約經10天後洋菇菌絲已發育生長，在各試管中接入小幼蟲 1 隻，每次觀察10個試管，並按日在顯微鏡下檢查休眠幼蟲之形成及數量，經過飼養30～45天。

另於1972年 4 月初旬在柳營旭振塑膠菇舍，調查十棟菇舍菇床下土壤中粗緣癭蠅之休眠幼蟲。每棟菇舍在下層菇床下面土壤，分 6 處採取土壤樣品各一把，混拌後爲每棟菇舍之土樣。每棟土樣裝入一塑膠袋，然後携回室內，每棟菇舍稱土樣25g, 10重複，用浸水法檢查土樣中之休眠幼蟲。先將 25g 土樣經過40meshes銅篩篩過，放入 500ml燒杯，加水 300ml攪拌後靜置數分鐘，將其澄淸液經抽氣漏斗濾過，檢查休眠幼蟲之數量。

七　休眠幼蟲耐溫之試驗

休眠幼蟲耐溫處理，分爲耐低溫及耐高溫兩組處理。

耐低溫之休眠幼蟲，以 Czapek's 斜面培養基，接種 *Trichoderma lignorum* 菌絲，經過一星期後，再接入粗緣癭蠅中型活潑幼蟲於每一試管內，然後放置30°C定溫箱中培養 45～60天。各試管中即能形成休眠幼蟲。將該休眠幼蟲以移植針挑出，並在顯微鏡下檢查除去受傷者，然後接種於玉米抽出液斜面培養基之洋菇（554）菌絲上，每試管接入休眠幼蟲各 1 隻，放置10±2°C之大同牌TR-60A冰箱中。經過 1,2及 4 個月，分別取出於室溫下逐日在顯微鏡下檢查休眠幼蟲是否仍具生殖能力，再經10天左右，將未產生幼蟲之休眠幼蟲在顯微鏡下解剖，觀察休眠幼蟲是否死亡，每處理10試管。另外將休眠幼蟲挑選完整無損者100個，體長爲 1.2～1.8mm, 平均1.4mm，裝入小指形管中（2.0×0.6cm），管口以棉花塞緊，裝入試管中（18×1.8cm），以棉塞塞緊，然後放置上述冰箱中，經過 5 個月後，取出在顯微鏡下解剖觀察休眠幼蟲內部小幼蟲之生活情形。

耐高溫之休眠幼蟲亦以上述方法培養成形後，將休眠幼蟲自試管中挑出放於培養皿內之濾紙上，在顯微鏡下用小毛筆挑選完整無損者20隻（體長1.2～1.6mm平均1.4mm）共 4 組，分別裝入 4 支小指形管（4×1cm），管口以包塑膠紙之棉花塞緊，並用石臘封口，其中 3 支小指形管分別裝入 18×1.8cm試管中，各放入40°、45°及50°C之水溫箱中，經過 6 小時處理後，將小指形管中之休眠幼蟲分別接在Czapek's或玉米抽出液培養基上之 *T. lignorum*，每試管均接入 1 隻休眠幼蟲，放置在室溫下，逐日在顯微鏡下檢查休眠幼蟲之生殖，再經約10天，並將未生殖之休眠幼蟲在顯微鏡下解剖以確證其死亡。另 1 支小指形管在50°C之處理時，當水溫 28°C時即將盛裝休眠幼蟲之試管放入，使水溫緩慢升高，經45分鐘後始達到 50°C。在水溫處理同時，並將另外盛裝休眠幼蟲之小指形管放置於室溫下供作對照。

八　休眠幼蟲耐久之觀察

以洋菇菌絲及 *T. lignorum* 菌絲培養所形成之休眠幼蟲，自各試管中以接種移植針挑出，經在顯微鏡下挑選完整無損者，用小毛筆輕挑裝入小指形管，並用棉花將管口塞緊，放入培養皿中加蓋，在室溫下經過存放各段時日後，再將小指形管中之休眠幼蟲挑出，接於洋菇或 *T. lignorum* 之菌絲上，並逐日觀察休眠幼蟲之生殖情形。

試　驗　結　果

表 1. 粗緣癭蠅幼蟲在洋菇各品系菌絲之生殖情形

	培養平均溫度(°C)	觀察蟲數	58—542	58—543	58—547	58—551	58—554
幼體生殖一世代日數	16.6	10	17.4	15.6	16.0	14.8	14.5
	18.1	10	12.2	12.6	12.7	11.4	12.5
	18.5	10	13.3	12.5	12.8	13.0	12.4
	平均		14.3	13.6	13.8	13.1	13.1
	20.8	10	9.3	10.1	10.0	10.3	9.9
	21.1	10	9.2	11.0	11.3	9.3	8.9
	23.7	10	7.5	7.9	10.3	7.8	7.5
	平均		8.7	9.7	10.5	9.1	8.8
	27.6	10	5.6	5.3	6.0	5.8	5.9
	30.0	80	6.7	6.1	6.5	6.3	6.2
	平均		6.2	5.7	6.3	6.1	6.1
母幼蟲產生幼蟲數	16.6	10	10.6	11.4	14.0	11.8	11.0
	18.1	10	8.4	7.0	5.8	9.8	8.3
	18.5	10	8.7	9.5	9.8	10.0	9.4
	平均		9.2	9.3	9.9	10.5	9.6
	20.0	10	13.0	7.7	6.4	7.8	10.3
	21.1	10	10.8	7.5	7.3	8.8	10.2
	平均		11.9	7.6	6.9	8.3	10.3
	27.6	10	13.0	13.4	11.1	10.8	12.6
	30.0	80	8.2	10.0	7.6	8.4	9.6
	平均		10.6	11.7	9.4	9.6	11.1
20天增殖數	16.6	10	13.6	16.4	17.5	15.5	29.3
	17.7	10	41.3	67.8	32.0	48.0	74.4
	18.1	10	7.6	5.5	5.3	7.2	6.2
	平均		20.8	29.9	18.3	23.6	36.6
	20.8	10	12.8	9.3	8.0	16.4	19.7
	21.1	10	51.0	41.0	23.3	54.5	55.4
	23.3	10	50.8	62.5	35.9	75.6	86.4
	23.7	10	26.2	26.1	5.7	32.6	50.2
	平均		35.2	34.7	18.2	44.8	52.9
	27.6	10	32.6	32.1	54.6	21.1	84.6
	30.0	70	42.7	56.3	36.6	33.1	65.5
	平均		37.7	44.2	45.6	27.1	75.1

一　粗綠癭蠅幼蟲在各洋菇品系菌絲上之生殖

臺灣洋菇之栽培，先後分別自美國、日本、法國、荷蘭及英國引進許多品系，經試驗後選取在臺灣地理環境適宜之品系，再行推廣栽培，故所有各推廣品系，均經精密及區域試驗具有優良成績者。影響洋菇罐頭品質最嚴重者爲癭蠅之爲害，故先後曾就現行推廣之優良洋菇各品系，檢定其耐蟲性之差異[4]，以明瞭粗綠癭蠅幼蟲之食料適應。

本試驗就現行推廣 5 個優良洋菇品系之菌絲在不同溫度下飼養幼蟲之結果(表 1)，自小幼蟲至母幼蟲行幼體生殖情形，在 16～18°C之間，即洋菇子實體形成及菇床出菇之溫度下以品系542及547所經過時間較長，在 20～24°C，亦即菇床菌絲發育溫度下，則以品系547及543較長，在 28～30°C則以543最短，但在此溫度，並非洋菇栽培之適宜範圍內。另就每隻母幼蟲所產生幼蟲數，在16～18°C 之範圍，以品系542及543最少，20～21°C則以品系547及543較少。再就 1 隻小幼蟲經繁殖20天之幼蟲數，在16～18°C以品系547最少，542次之。在 20～24°C亦以547最少。由此項食料適應觀察試驗，現行推廣之洋菇品系所受粗綠癭蠅幼蟲之爲害，在品系間具有明顯差異。尤以品系547、542及543對粗綠癭蠅幼蟲較有耐蟲性，在洋菇栽培之菌絲發育，子實體形成及菇床出菇之溫度較爲有利。

另就新近自荷蘭及英國引進洋菇11個品系，經在 15°～19°C間以菌絲飼養幼蟲觀察結果（表 2），幼蟲發育所經時間（小幼蟲至幼蟲行幼體生殖）以荷蘭品系 H_2 及 H_4 爲最長，並較對照之 542 及 547爲長；英國品系以 E_1 及 E_3 較長，而每母幼蟲幼體生殖數荷蘭品系 H_4 及 H_2 爲最少，英國品系以 E_1 最少。

表 2.　粗綠癭蠅幼蟲在新引進洋菇品系菌絲之生殖情形

	培養平均溫度 (°C)	E1	E2	E3	E4	E5	E6	542	547	H1	H2	H3	H4	H5
幼體生殖一世代日數	15.4	—	—	—	—	—	—	23.1	19.3	23.0	26.0	25.6	27.3	21.1
	16.5	21.6	19.6	21.9	18.9	20.3	18.6	22.6	25.0	—	—	—	—	—
	18.6	—	—	—	—	—	—	—	14.3	14.0	14.5	13.4	12.4	14.9
	18.9	15.4	15.0	13.5	14.6	13.8	13.7	13.9	—	—	—	—	—	—
	平均	18.5	17.3	17.7	16.8	17.1	16.2	18.4	18.1	18.5	20.3	19.5	19.9	18.0
母幼蟲產生幼蟲數	15.4	—	—	—	—	—	—	7.6	9.0	3.6	2.3	7.0	3.6	8.1
	16.5	5.2	8.1	12.5	11.3	8.3	13.6	5.7	3.7	—	—	—	—	—
	18.6	—	—	—	—	—	—	—	9.1	10.2	8.6	10.4	1.6	11.9
	18.9	2.4	5.6	7.6	3.9	5.3	6.8	5.8	—	—	—	—	—	—
	平均	3.8	6.9	10.1	7.6	6.8	10.2	6.3	7.8	6.9	5.5	8.7	2.6	10.0

二　幼蟲在塑膠菇舍生境因子之調查

塑膠菇舍栽培洋菇所用堆肥，在堆肥場前醱酵堆積時，爲配合在菇舍中進行後醱酵處理，即將堆積時間縮短，通常前醱酵採用 2,4,4,3,2 共15天，較普通菇舍栽培堆積時間縮短約10天，因此堆肥之舍外曝露之時間較短，即可減少害蟲在堆肥上繁殖機會。

塑膠菇舍最初設計爲完全密閉，目的爲求能將堆肥加溫進行後醱酵處理，以達到理想洋菇栽培堆

肥條件；另方面由於能密閉，可供進行藥劑燻蒸，以求對洋菇病蟲害加以抑制。但本省地理環境、氣候以及菇農為節省通風機之用電，而造成菇舍內通風量不足，直接影響洋菇生長。故一般菇農均在堆肥後醱酵後，即將菇舍開窗以求通風量提高，及氣溫較高時藉通風降低菇舍內溫度。目前凡開窗（僅有極少數未開窗)之塑膠菇舍，所加裝之紗網均嫌過粗，規定紗網應在 100 meshes以免瘦蠅成蟲侵入菇舍產卵為害，而實際上市面並無 100 meshes 紗網出售，菇農均以就地取材使用，紗網孔目自1～3 mm不等，且亦有部份菇農認為粗孔目紗網通風性較為良好，因此不但為節省通風電力而開窗，菇舍中之濕度未能充分保持，失去密閉之意義，且由於紗網過粗，使瘦蠅成蟲（體寬約 0.25mm）有機會侵入菇舍。

堆肥經加蒸氣進行後醱酵，由於溫度之處理，使堆肥在前醱酵期間所感染有害雜菌無法繁殖為害，並且利用溫度控制培養有利於洋菇菌絲生長之放射菌及 *Humicola*。因此，堆肥在前醱酵時所構成複雜不利於洋菇生長之微生物，由於受溫度處理之影響，而轉變為更適於洋菇菌絲生長之條件，且由高溫處理，所潛伏生活在前醱酵堆肥中之害蟲亦無法生存繼續繁殖為害。

後醱酵後之堆肥中產生大量放射菌，此菌不但對菇床有害雜菌具有極强抑制能力[7]，且粗緣瘦蠅幼蟲亦無法生活。故堆肥經後醱酵後，不但雜菌無法繁殖而減少可供幼蟲之食料，並有大量放射菌產生可使幼蟲無法生存。雖然在後醱酵後之堆肥亦產生大量 *Humicola* 菌，此菌雖可供幼蟲之食料，但其成蟲如未自外界侵入產卵，則無法在短期間內繁殖幼蟲為害。

三 幼蟲食性之觀察

粗緣瘦蠅為食菌性昆蟲，分佈於世界各地區，為洋菇栽培業之重要害蟲。在臺灣除為害洋菇外，尚能以多種雜菌為食料[11,24]，且有些雜菌較洋菇菌絲更適合於幼蟲生長，故在屏東市非洋菇栽培地區亦曾採得其成蟲，由此更可證明其在野外隨地均有豐富之食料。

表 3. 粗緣瘦蠅幼蟲在放射菌上之生長情形

放射菌	供試蟲數	溫度 (°C)	生殖數
A4	20	30	—
B4	140	30	—
A4+547 (on)	20	30	—
B4+547 (s)	20	30	17
B4+547 (on)	30	30	19

表 4. 粗緣瘦蠅幼蟲在 *Humicola* 上之生長情形

菌株代號	供試蟲數	溫度 (°C)	每代所需日數	每母幼蟲生殖數	20天增殖幼蟲數
HM1	10	30	5.0	12.0	90.4
F96	10	30	5.6	9.6	34.1
Hu	10	30	5.7	9.7	50.8
A4+HM1 (on)	10	30	—	—	2.4
A4+F96 (on)	10	30	—	—	13.8
A4+Hu (on)	10	30	—	—	10.0

塑膠菇舍栽培洋菇，堆肥經後醱酵處理後雜菌均已消失，而代替以白粉狀高溫性之放射菌（Actinomyces）及絨毛狀之*Humicola*，前者不但對堆肥上常見有害洋菇之雜菌(*Penicillium* sp.，

Trichoderma sp. , *Chaetomium* sp. 及*Fusarium* sp. ）具有强烈之抑制生長作用[7]，且對粗緣癭蠅幼蟲之生活亦具有抑制之效果。就表 3 試驗所得結果， 自堆肥中分離之兩種放射菌（A4, B4）在30°C之環境用以飼養幼蟲，均無法生活。 再參照菇床之實際情形，先行培養放射菌後， 再接上洋菇品系 547 菌絲於上面（on）或以放射菌與洋菇分開（s）接種者飼養幼蟲，A4 放射菌加接洋菇（547）菌絲飼養幼蟲未見有增大，經數天後漸次死亡，而放射菌 B4與洋菇分開接種或洋菇與放射菌重疊接種，則有大部分幼蟲能長大，並行幼體生殖，由此可見後醱酵堆肥播種洋菇菌種，如堆肥中所產生之放射菌是 A4 ，則癭蠅幼蟲較難生存。如堆肥中之放射菌是 B4，則由試驗結果可知幼蟲尙有大部能生活，並行幼體生殖。

其次，在堆肥後醱酵後所產生高溫性*Humicola* spp. ，經就堆肥中分離 3 種（代號HM1, F96, Hu），以其菌絲在30°C培養幼蟲，所得結果如表 4 。可見 3 種 *Humicola* 之菌絲飼養幼蟲均可發育正常，並行幼體生殖。其中以 HM1 似較適合爲幼蟲之食料，F96及Hu 之菌絲飼養所得結果相差不大，但接入幼蟲20天之增殖數則以 F96最少。

由於堆肥中實際情形，放射菌及*Humicola*均係共同產生，故再以放射菌A4加接*Humicola*供爲幼蟲食料。但自接入幼蟲至20天之增殖數，均顯較 3 種 *Humicola* 單獨爲食料之生殖數爲少，尤以A4+HM1之增殖爲最少。由此可知 *Humicola* 之菌絲雖可供作幼蟲之食料，但在菇床中與放射菌共同產生時，因受放射菌之影響，對幼蟲之生殖亦能受到抑制。

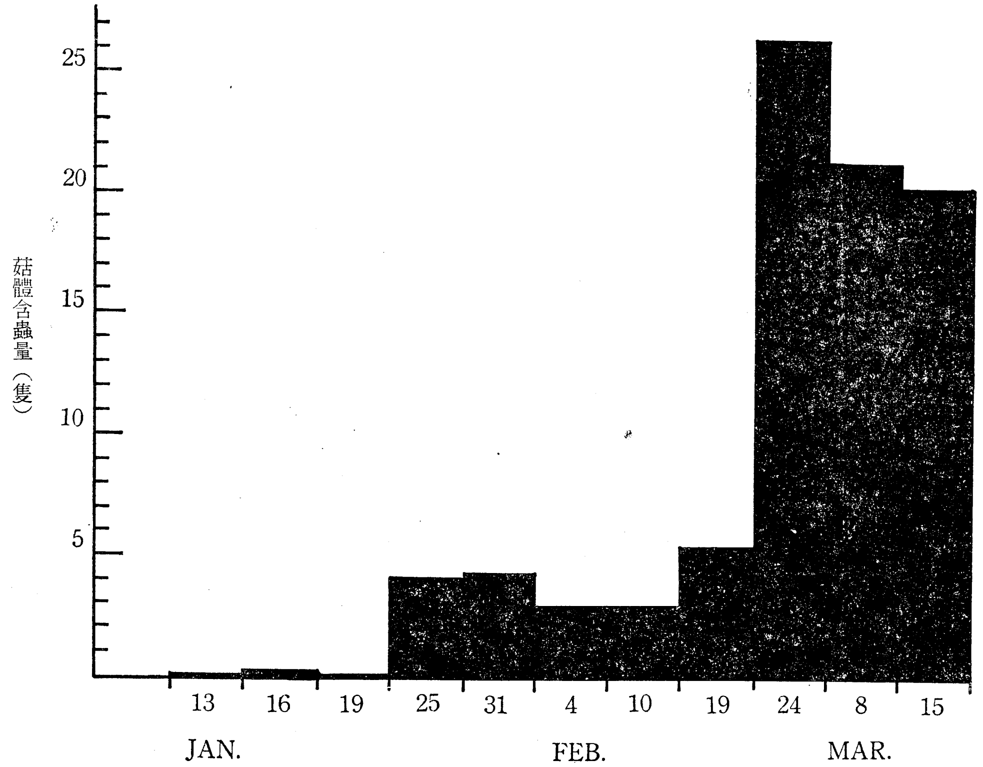

圖 1. 塑膠菇舍菇體含蟲量之消長

四 幼蟲在塑膠菇舍之發生消長

粗緣癭蠅幼蟲雖潛伏在菇床堆肥中爲害較新鮮菌絲，但因其幼蟲頗爲活動，爬行較迅速，故能沿菇柄外表向上爬行，潛穿菌環似棉絮之組織，大部均喜潛藏於菇體內菇柄表面。調查時極少發現在菌環以下之菌柄上。此項調查在嘉義檢查40棟塑膠菇舍中菇體之含蟲數量（圖 1）。

粗緣瘦蠅幼蟲在塑膠菇舍之發生消長，已與過去之普通菇舍顯然不同[1]， 塑膠菇舍幼蟲在菇體之發生，在菇床出菇後30～45天始有少數幼蟲出現，而後逐漸增多，故在洋菇栽培中後期，菇體含蟲數量隨時間而增多，往往超過洋菇原料檢收標準。

粗緣瘦蠅幼蟲在菇床內或試管中，食料充足及環境適宜幼蟲均行幼體生殖。故在菇床中一旦受少數粗緣瘦蠅侵入，在堆肥中有適當濕度及發育旺盛之洋菇菌絲供作食料，繁殖極為迅速，幼蟲生殖數量漸增而侵入菇體。茲就在柳營調查10棟塑膠菇舍，不同時期菇體含蟲數量（表 5），在12月中旬所調查者，菇體中均未發現有幼蟲，但至 1 月底第二次檢查時，10棟塑膠菇舍中所採取洋菇樣品，均含有極多之幼蟲。由此可顯示塑膠菇舍粗緣瘦蠅之發生，均在洋菇栽培之中後期。

又在柳營發生粗緣瘦蠅密度較高之塑膠菇舍進行藥劑防治試驗，於採取洋菇樣品時，發現在近通氣窗之菇床上洋菇含蟲量較多，而遠離者極少發現含蟲情形。

五　幼蟲耐溫之試驗

粗緣瘦蠅在臺灣自然環境分佈普遍，其幼蟲生長繁殖之適宜溫度，據室內觀察在 27～33°C 之間[11,23,24]，但在野外均依賴雜菌菌絲為食料。為探測其所受溫度因子之影響，就幼蟲耐低溫進行試驗。依據多次試驗結果（表 6），低溫處理得知中幼蟲（M, 體長2.0mm左右）在 10°C 環境下經15天即無法生存。但以小幼蟲（S, 1.2mm）在 10°C放置15天後，尚有約⅓能生存。可知幼蟲大小似對溫度之感應有所不同，小幼蟲經25天及40天成活率較少，但經60天之低溫處理幼蟲即完全無法生存。由此可見在臺灣冬季低溫期間，幼蟲在野外若要渡過寒冷冬天較為困難。

表 5.　塑膠菇舍菇體含蟲數量之調查

菇舍	17/XII	28/I
1	—	2,134
2	—	1,445
3	—	240
4	—	232
5	—	91
6	—	159
7	—	230
8	—	368
9	—	199
10	—	177
平均	—	521.5

塑膠菇舍堆肥進行後醱酵，通常將完成前醱酵之堆肥搬入菇床後，即將菇舍密閉，經過一天後堆肥因在繼續醱酵，故溫度升高至 40°C 以上，然後通入蒸氣使溫度繼續上升至 60°C，故就溫度對幼蟲之影響進行耐高溫之觀察。以水溫 40°C處理小幼蟲 6 小時，尚有 60%能生存， 並繼續繁殖，但溫度升至 45°C處理後，幼蟲之成活數僅有10%，50°C處理，則幼蟲全部無法生存。由此顯示堆肥經後醱酵之溫度，幼蟲實無法潛伏堆肥中生活。

表 6.　粗緣瘦蠅幼蟲耐溫試驗

溫度 (°C)	處理時間	供試蟲數	蟲體大小	成活數	成活率 (%)
10	15 days	10	M	—	—
10	15 days	20	S	6	30
10	25 days	20	S	1	5
10	40 days	20	S	1	5
10	60 days	20	S	—	—
40	6 hours	10	M	6	60
45	6 hours	10	M	1	10
50	6 hours	10	M	—	—
CK		10	M	10	100

六、休眠幼蟲之形成

粗緣癭蠅幼蟲在適宜環境及食料充足時，均行幼體生殖，但在環境不適宜，如濕度降低，或因菌絲老化，食料不足，則部分中型幼蟲（平均1.4mm）之體壁變厚而灰褐呈休眠，以渡過不良生活環境。就室內以洋菇菌絲培養幼蟲觀察其休眠幼蟲之形成列於表7。在試管中培養幼蟲於30～45天之觀察結果，各洋菇品系間似無差異，但每試管最多形成休眠幼蟲之數量，則自2.4～6.7隻。又自小幼蟲接入培養洋菇菌絲之試管中，以至開始形成休眠幼蟲之日數，約在20天左右，即在第二次幼體生殖後幼蟲長大至中型時，即因試管中部分洋菇菌絲老化及幼嫩菌絲被取食而缺乏食料，故能開始形成休眠幼蟲。

另在柳營10棟塑膠菇舍於洋菇栽培後4月初，就菇床下之泥土採取樣品檢查結果（表8），發現有少數休眠幼蟲潛伏在土中。以目前之塑膠菇舍地面幾乎全部是泥土地面，並未敷設水泥或其他東西，在洋菇栽培結束後亦無法澈底清除地面雜物及土壤，如此則菇舍地面上之泥土中可能潛伏有休眠幼蟲。

表7. 粗緣癭蠅在各洋菇菌絲上休眠幼蟲之形成

	觀察次別	培養平均溫度（°C）	培養日數	58—542	58—543	58—547	58—551	58—554
休眠幼蟲形成數	1	20.8	45	1.2	2.8	1.3	1.7	2.6
	2	26.6	40	1.1	0.2	0.3	1.0	—
	3	28.3	30	0.8	1.0	2.5	0.1	0.4
	4	30.0	36	0.3	1.2	0.6	0.9	5.2
	5	30.0	30	0.1	—	—	—	0.1
	6	30.0	35	0.7	—	—	0.1	—
	7	30.0	35	2.6	3.6	0.6	0.2	1.0
	8	30.0	40	1.1	1.5	1.2	0.9	1.4
	平均			0.99	1.29	0.81	0.61	1.34
每試管最多形成數	1	20.8	45	5	10	3	6	6
	2	26.6	40	6	1	1	2	—
	3	28.3	30	2	5	15	1	2
	4	30.0	36	2	4	3	2	20
	5	30.0	30	1	—	—	—	1
	6	30.0	35	6	—	—	1	—
	7	30.0	35	6	4	3	3	7
	8	30.0	40	8	15	3	2	4
	平均			4.5	6.5	4.7	2.4	6.7
最早形成日數	2	26.6	40	19	19	20	19	—
	3	28.3	30	20	20	20	25	23
	4	30.0	36	17	17	21	17	17
	5	30.0	30	25	—	—	—	21
	平均			20.3	18.7	20.3	20.3	20.3

表 8. 塑膠菇舍菇床下泥土中休眠幼蟲之檢查

菇舍編號	每重複土重 (gr)	重複次數	休眠幼蟲數
1	25	10	—
2	25	10	—
3	25	10	1
4	25	10	1
5	25	10	—
6	25	10	—
7	25	10	1
8	25	10	—
9	25	10	—
10	25	10	—

七　休眠幼蟲耐溫之試驗

粗緣癭蠅之生活甚爲特殊，與一般完全變態昆蟲雖無差別，但在幼蟲期之生活習性則不同，除幼蟲能以幼體生殖，且能以幼蟲呈休眠後再產生幼蟲。經將其休眠幼蟲以低溫處理，以探明其在野外之生活情形。就試驗結果（表 9），以10°C處理 1 個月尚有 50%之成活數，2 個月有40%，4 個月僅10%，而繼續 5 個月則無法生存，由此可見在野外冬季短暫低溫時間，似乎並不影響其休眠幼蟲之生存。

塑膠菇舍堆肥後醱酵最高溫度以不超過62°C爲原則，通常以升溫至60°C保持 6 小時以上。經就休眠幼蟲以40°C處理 6 小時，再接種於菌絲上尚有100%休眠幼蟲能產生小幼蟲而繼續繁殖，而45°C之處理仍有45%成活，至 50°C處理 6 小時後，則無法生存。可見堆肥後醱酵之溫度處理，休眠幼蟲已無法生存。

表 9. 粗緣癭蠅休眠幼蟲耐溫之試驗

溫度 (°C)	處理時間	供試蟲數	成活蟲數	成活率 (%)
10	1 month	10	5	50
10	2 months	10	4	40
10	3 months	10	1	10
10	4 months	10	1	10
10	5 months	100	—	—
40	6 hours	20	20	100
45	6 hours	20	9	45
50	6 hours	20	—	—
50	6 hours	20	—	—

八　休眠幼蟲耐久之試驗

粗緣瘿蠅幼蟲爲適應不良環境或食料缺乏而呈休眠，在得到食料及適宜環境後，即能自休眠幼蟲體內生出小幼蟲繼續繁殖。經就在室內試管中飼養所形成之休眠幼蟲，放置在乾燥之小指形管及培養皿中，在定溫箱及室溫經過一定時間，觀察休眠幼蟲生活能力。試驗結果顯示（表10），休眠幼蟲在乾燥環境下經 6 個月後，尙有甚多可以再生幼蟲，經 9 個月尙有少數能生幼蟲，經10～12個月則休眠幼蟲已死亡，不再產生幼蟲。

表 10. 休眠幼蟲耐久之試驗

經過時間	處理蟲數	成活蟲數	成活率 %	溫度
17 days	4	3	75	27～30°C
24 days	2	1	50	〃
27 days	7	2	28.6	〃
38 days	4	1	25	〃
2 months	6	3	50	〃
5.6 months	2	2	100	室溫
6 months	6	5	82.7	室溫
6.5 months	8	3	37.5	室溫
8.5 months	14	—	—	室溫
9 months	10	1	10	室溫
10.5 months	55	—	—	室溫
11.5 months	15	—	—	室溫
12 months	120	—	—	室溫

討 論 及 結 論

臺灣洋菇栽培歷史甚短，但產品主要均爲加工製罐外銷。由過去若干年在普通稻草菇舍栽培所得結果，並經從多方面加以改進，迄未能普遍達到理想單位面積產量，亦難獲得優良原料洋菇。菇農之收益無法增加，加工不但無法降低生產成本，並無法獲得理想洋菇原料，菇體之含蟲數量，普遍超過衛生檢驗標準，故在菇罐外銷事業上，時常發生多少困難問題，尤以菇罐含蟲量最成問題，曾發生外銷因未合檢驗標準而遭退貨。爲解決臺灣洋菇事業所遭遇之問題，經推廣塑膠菇舍栽培洋菇，並進行堆肥後醱酵，所得結果不但洋菇單位面積產量提高一倍以上，且原料品質優良，至60／61年期本省已全部採用塑膠菇舍栽培，並將過去零星分散之菇舍集中一處，推行共同栽培制度。塑膠菇舍栽培洋菇，除提高產量使菇農收益增加，以及減少菇床出菇初期菇體含蟲數量，但中後期菇體含蟲數量尙有發生超過檢驗標準者。

臺灣栽培之洋菇均係先後自國外引進，經試驗栽培選拔適合於臺灣氣候條件之優良品系始行推廣。就現行適應範圍較廣之栽培品系之菌絲，在不同之溫度下飼養粗緣瘿蠅幼蟲，發現在相同環境下，品系間有差異，其中以品系547、542及543在16～18°C洋菇在菇床子實體形成及發育期間，及20～24°C菌絲發育期間觀察結果，所表現之幼蟲生長時間，母幼蟲之生殖數以及經20天後之幼蟲繁殖數，均較品系551及554爲理想，由此可知以上三品系對粗緣瘿蠅幼蟲爲害較爲不利。另就新引進11個國外洋菇品系之菌絲飼養幼蟲，其中以荷蘭品系 H_2 及 H_4 所表現結果較547及542更爲理想。該二品系雖未

正式推廣，但由此可見今後似有加强品系耐蟲性檢定之必要。

塑膠菇舍原設計爲完全密閉，供堆肥後醱酵及病蟲害防治進行藥劑燻蒸，並藉通氣機使菇舍有充足新鮮空氣，故堆肥進行後醱酵時能達到理想，出菇期間亦足夠通氣。堆肥前醱酵時在露天場地堆積，因而汚染雜菌，且堆肥中由於醱酵作用所產生之溫度頗不平均，因此在堆肥中構成極複雜之微生物相，經過在塑膠菇舍中進行後醱酵後，由於受溫度之處理，堆肥中之微生物相由複雜而不利於洋菇菌絲生長，轉變爲較單純而更適洋菇菌絲生長。粗緣癭蠅幼蟲原以多種雜菌爲食料(11,24)，但在堆肥經後醱酵後所產生有利洋菇菌絲之放射菌，不但對雜菌具有强力抑制作用(7)，且亦極明顯抑制其幼蟲之生活。故對洋菇有利之放射菌應加强研究及利用。

塑膠密閉菇舍堆肥使用高溫進行後醱酵，即可抑制汚染雜菌及消滅潛伏之害蟲，但實際尙有粗緣癭蠅幼蟲在菇床出現。通常在菇床出菇30～45天開始少數幼蟲潛入菇體，由於菇床環境及食料適宜，幼蟲均以幼體生殖，故蟲口密度隨時間而增加，在洋菇栽培中後期，菇體含蟲數量均有超過檢驗標準之趨勢。此幼蟲之發生來源，可能在菇床覆土時成蟲（體軀寬度約0.25mm）由門戶侵入產卵，或由開窗後所裝設過粗紗網侵入產卵。另方面可能由覆土將幼蟲或休眠幼蟲帶上菇床繁殖爲害。

粗緣癭蠅幼蟲及休眠幼蟲耐高溫並不强，堆肥後醱酵之溫度均可致死。但休眠幼蟲之耐久性甚長，在乾燥環境經 6 個月尙有甚高成活率，經 9 個月尙有少數能生活，故覆土如附有休眠幼蟲而未加處理後使用，則可能遭受爲害。

總言之，臺灣塑膠菇舍栽培洋菇之措施，不但以密閉熱處理後醱酵改變堆肥品質及微生物相，造成不適於粗緣癭蠅侵入菇舍生活之條件，但一般菇農爲求節省通風機用電費，而加開通氣窗，裝上紗網，使成蟲可藉洋菇菌味引誘自過粗孔目侵入菇舍。又覆土材料之來源及未經加熱處理，亦可能帶有幼蟲及休眠幼蟲至菇床中繁殖爲害。故今後除注意防範成蟲外，並選優良較耐蟲性之品系栽培，始能消除菇體含蟲量之問題。

摘　　要

本省在60/61年期已全面推廣採用塑膠菇舍栽培洋菇。但以癭蠅幼蟲損害洋菇原料品質，而成爲臺灣洋菇罐頭外銷之威脅。茲就兩年來調查及試驗研究所得結果，摘述如下：

一、塑膠菇舍中爲害洋菇之癭蠅，以粗緣癭蠅 *Heteropeza pygmaea* Winnertz 最爲主要。

二、洋菇品系耐蟲之觀察　於適合洋菇栽培之溫度（16～18及20～24°C）飼養幼蟲，以現行推廣之優良洋菇542,543,547及551,554等 5 品系爲試材，各品系之每幼體生殖一世代所需時間，以生活於前三品系菌絲上之幼蟲較後二者長，生殖幼蟲數亦較少。又自英國及荷蘭引進11個尙未推廣之洋菇品系（編號E1～6及H1～5），經在15～19°C飼養幼蟲，發現生活在E1, H2及H4 3 品系菌絲上之幼蟲顯較對照品系542及547每幼體生殖世代所需時間長，而生殖幼蟲數亦少。

三、塑膠菇舍中幼蟲之發生消長　據調查在菇床出菇初期迄未發現幼蟲潛入菇體，但自出菇 1 個月後，就能發現少數幼蟲潛入菇體，其後菇體之含蟲量逐漸增多。故洋菇栽培之中後期，菇體含蟲量大部分均已超過15隻之檢驗標準。

四、幼蟲在菇床之生境　塑膠菇舍栽培洋菇，堆肥均經加熱進行後醱酵，不但可抑制堆肥前醱酵時所染之有害雜菌，並可培養高溫性之有益菌類，因此在菇床中複雜之有害微生物，由於不同溫度之處理，而變爲較單純而有利於洋菇之生長。堆肥後醱酵後所產生之大量放射菌（Actinomyces），不但對菇床上雜菌具有甚强之抑制作用，且對幼蟲生長亦生阻力。故在尙未播種前，癭蠅幼蟲實無法在菇床生存，以後由於洋菇菌絲之生長，幼蟲獲得食料乃逐漸繁殖。

五、幼蟲食性之觀察　堆肥經後醱酵處理而產生有利之放射菌及*Humicola*，經以自堆肥中分離之 2 種放射菌(代號A4及B4)飼養幼蟲，發現幼蟲不能在其菌絲上生活。以A4上加接洋菇（547）菌絲再飼養幼蟲，亦未見有正常生殖，而以 B4 上加接洋菇菌絲飼養幼蟲，僅有部分幼蟲能生殖小幼蟲。又以從堆肥中分離之 *Humicola* spp.（代號HM1, F96, Hu)之菌絲飼養幼蟲，結果尙能生活正常

。如以放射菌上（A4）分別加接 3 種*Humicola*飼養幼蟲，以A4＋HM1 幼蟲生殖數最少；A4＋F96及A4＋Hu之幼蟲生殖數，均較*Humicola*菌絲單獨飼養者爲少。

六、幼蟲及休眠幼蟲耐溫之測定　以40°，45°及50°C溫梯測定對幼蟲之致死情形，發現在 45°C 處理 6 小時尙有極少數幼蟲不能致死，而在 50°C 處理 6 小時，幼蟲及休眠幼蟲均不能生活。由此，可見堆肥後醱酵之溫度，足可將潛伏堆肥中之幼蟲及休眠幼蟲殺死。

七、幼蟲在環境適宜及食料充足時，均行幼體生殖（Paedogenesis），1 隻小幼蟲在不同溫度下經 6～14天可生殖一世代，平均能產生14隻小幼蟲，繁殖極爲迅速。但在較乾燥或食料菌絲老化而幼嫩菌絲缺乏時，其中型幼蟲即體壁變厚，猶似蛹殼，顏色亦變爲淡褐至褐色而呈休眠。此休眠幼蟲若在乾燥環境下，經 6 個月尙有大部份能在得到適宜環境及食料時，產生小幼蟲而繼續繁殖，經 9 個月後尙有少數能產生小幼蟲。休眠幼蟲體內小幼蟲以 1 隻爲常見，偶有 2 隻者。

八、在洋菇生長期間及堆肥中，時常發現肉食性之圍眼癭蠅（屬Cecidomyiinae）幼蟲及溝蟎（Neoparasitidae）捕食粗緣癭蠅幼蟲。

九、塑膠菇舍所開通氣窗對於粗緣癭蠅之發生影響甚大，其成蟲體軀寬度不及一般通氣窗所裝設紗網之孔目大，故成蟲受洋菇菌絲所發出氣味之引誘，即可自紗網侵入產卵，據調查得知通氣窗附近之菇體含蟲量均較高。

十、覆土材料如未經加熱消毒及覆蓋處理，則癭蠅之成蟲、卵、幼蟲及休眠幼蟲均可能帶上菇床，繁殖爲害。

參 考 文 獻

1.林珪瑞。1969。菇癭蠅類生態之調查。臺灣區洋菇試驗研究及生產改進計劃報告 2：380～386.

2.林珪瑞。1972。洋菇之癭蠅問題。臺灣農業 8：170～174.

3.林珪瑞、倪秋華。1969。洋菇堆肥燻蒸法之研究及菇癭蠅生態之觀察。臺灣區洋菇試驗研究及生產改進計劃報告 2：387～393。

4.林珪瑞、倪秋華。1971。洋菇害蟲防治試驗研究報告。臺灣區第三屆洋菇學術討論會報告 3：242～247。

5.林萬成、洪錦平、曾壽賢、郭麗生。1971。Takasacide Pyrenone 及 Safrocide 等乳劑防治黃色癭蚋幼蟲之藥效試驗。中國園藝 17：89～90。

6.周素梅、蔡雲鵬。1968。洋菇黃色癭蠅之生態研究。中華植物保護學會會刊 10：67～72。

7.胡開仁、宋細福。1971。洋菇堆肥微生物間關係之研究第一報。放射菌(Actinomyces)與幾種堆肥中有害菌類的生長關係探討。臺灣區第三屆洋菇學術討論會報告 3：121～126。

8.洪錦平、蔡雲鵬。1966。動力煙霧器（Jet Fog）噴射除蟲菊精對菇蚋成蟲之藥效。檢驗雜誌 57：25～28。

9.洪錦平、曾壽賢、郭麗生。1968。56/57年期洋菇害蟲藥劑防治試驗。檢驗雜誌 82：6～29。

10.曾壽賢、洪錦平、郭麗生、林萬成。1970。洋菇白色癭蚋幼蟲藥劑防治試驗。中國園藝 16（3）：31～34。

11.曾壽賢、洪錦平。1971。洋菇白色癭蚋幼蟲生態之研究。中國園藝 17：142～147。

12.蔡雲鵬。1972。Mocap粒劑對殺滅洋菇培養基上白色癭蚋幼蟲之藥效。中國園藝 18：25～26。

13.蔡雲鵬、洪錦平、郭麗生、葉壽美、曾壽賢、游景節、柳濱南。1964。臺灣洋菇害蟲之研究。植物檢疫資料　No.3, 53pp。

14.蔡雲鵬、洪錦平、曾壽賢、郭麗生、裴宏隆。1965。洋菇害蟲之研究及其防治。檢驗雜誌 43：1～10；44：25～36。

15.蔡雲鵬、洪錦平、曾壽賢。1966。洋菇害蟲藥劑防治試驗。檢驗雜誌 54：1～9。

16.蔡雲鵬、葉世煌、龍俐麗。1967。洋菇黃色癭蠅（*Mycophila speyeri* Barnes）繁殖之研究。

檢驗雜誌 63：1～5。
17.蔡雲鵬、洪錦平、曾壽賢、郭麗生。1967。55/56 年期洋菇害蟲藥劑防治試驗。 檢驗雜誌 67：1～9 。
18.蔡雲鵬、陳連勝。1970。除蟲菊藥劑對洋菇培養基上洋菇菌絲生長之影響。中國園藝 16(4)：11～13。
19.臺灣區洋菇試驗研究審議小組。1967。臺灣區洋菇試驗研究及生產改進工作總報告 ：1～24.
20.嚴奉琰。1969。洋菇癭蠅生物防治之研究 。 臺灣區洋菇試驗研究及生產改進計劃報告 2：394～397。
21. Chen, Y. L. and Tsai, Y. P. 1972. The control of cecid fly pests of growing mushroom with synergised pyrethrins and with synergised allethrin. Pyrethrum Post 11 : 1–3.
22. Chung, S. L. and Snetsinger, R. 1964. Reproduction of a mushroom-infesting cecid fly. Mushroom News 12 (10) : 5–7.
23. Chung, S. L. and Snetsinger, R. 1968. Comparative effects of certain environmental factors upon the life cycles of two species of mushroom infesting cecid flies. Mushroom Sci. 7 : 247–256.
24. Jou, S. M. and Tsai, Y. P. 1969. Ecological study on the larvae of *Heteropeza pygmaea* (Diptera : Cecidomyiidae) . Plant Prot. Bull. (Taiwan) 11 : 115–122.
25. Hussey, N. W. and Wyatt, I. J. 1958. Cecid control by incorporation of insecticides in composts. Mushroom Sci. 4 : 280–285.
26. Hussey, N.W., Wyatt, I. J. and Hughes, J. T. 1960. Insecticidal control of paedogenetic cecid larvae in mushroom beds. (I) Incorporation of insecticides into compost. Ann. appl. Biol. 48 : 336–346.
27. Hussey, N. W. and Wyatt, I. J. 1960. Insecticidal control of paedogenetic cecid larvae in mushrrom beds. (II) Incorporation of insecticides in the casing layer. Ann. appl. Biol. 48 : 347–351.
28. Hussey, N. W. and Wyatt, I. J. 1962. Insecticidal control of paedogenetic cecid larvae in mushroom beds. (III) Further experiment on control *Heteropeza pygmaea* Winn. Ann. appl. Biol. 50 : 423–429.
29. Hussey, N. W. and Wyatt, I. J. 1962. The interaction between mushroom mycelium and insect pest population. Mushroom Sci. 5 : 509–517.
30. Wyatt, I. J. 1960. Cecidomyiidae as pests of cultured mushroom. Ann. appl. Biol. 48 : 430–432.
31. Wyatt, I. J. 1963. Pupal paedogenesis in the Cecidomyiidae (Diptera) –II. Proc. R. ent. Soc. Lond. 38 : 136–144.
32. Wyatt, I. J. 1964. Immature stages of Lestreminae (Diptera : Cecidomyiidae) infesting cultivated mushroom. Trans. R. ent. Soc. Lond. 116 : 15–27.
33. Wyatt, I. J. 1965. The interaction of two spreading populations. Proc. 13 Intern. Congr. Ent. London : 423–425.
34. Wyatt, I. J. 1969. A laboratory method for studying the biology and control of pests in mushroom compost. Ann. app. Biol. 64 : 441–448.
35. Wyatt, I. J. 1970. The control of paedogenetic cecid larvae in mushroom beds by the use of thionazin. Ann. appl. Biol. 66 : 497–504.

STUDIES ON THE CECID FLY *HETEROPEZA PYGMAEA* WINNERTZ ON MUSHROOM CULTIVATED IN POLYETHYLENE TENTS [1]

Kwei-shui Lin and Chiu-hwa Ni [2]

Summary

1. This report is based on studies (1970-72) on the biology of the cecid fly *Heteropeza pygmaea* Winnertz (Cecidomyiidae : Heteropezinae) in Taipei and Chiayi, Taiwan in polyethylene tents where this cecid fly was the most abundant and destructive pest of the common cultivated mushroom *Agaricus bisporus*.

2. Under the optimum temperature for the growth of mushroom, i. e. 16-18° and 20-24°C, the mushroom strains 542, 543 and 547 appeared to be less favorable than did strains 551 and 554 to the larval development and reproductivity of this cecid fly.

3. The peak-heating of the compost used for the cultivation of mushroom was lethal to both active and dormant larvae of *Heteropeza*. Experimental results showed that 50°C treatment of the compost for 6 hrs. was sufficient to kill all larvae contained therein.

4. Two *Actinomyces* (code numbers A4 and B4) and three *Humicola* species (code numbers HM1, F96 and Hu) multiplied rapidly in the compost after the peak-heating. *Heteropeza* larvae bred fairly well on mycelia of *Humicola* alone but failed to survive on mycelia of A4 or B4 alone and could scarcely undergo normal paedogenesis on such mycelia plus those of mushroom strain 547, or those of *Humicola*.

5. *Heteropeza* larvae reproduced by paedogenesis under favorable circumstance at the rate of 6-14 days per generation. They turned darker, harder and puparium-like and went into dormance when the compost became too dry and the food too scarce or unsuitable. A single larva might have five birth to as many as inaverage 14 offsprings, and most dormant larvae survived for 6 months under dry condition, a few might even survive for 9 months.

6. The infestation of this pest was significantly higher at vicinities of ventilation openings of polyethylene tents, and the new infestation in a sterilized tent probably followed the intruding of adults (which are about 0.25mm wide) through meshes (generally 1-3mm) of the openings.

7. The seasonal fluctuation of larval population density of this pest into the mature mushroom in polyethylene tents, that there was a few larvae (under 5 inds.) at first 4-6 weeks of picking mushrooms in 100 grams of sample, and in the latter, was most abundant and frequently over 15 individuals in a sample.

8. The only natural enemies of *Heteropeza* so far noted were several unidentified predators belonging to Cecidomyiidae : Cecidomyiinae and Acarina : Neoparasitidae

1. Research report serial No. 642 of the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Entomologist and Research assistant, respectively.